

**Electrical steering servo**

Patent Number: DE19809511  
Publication date: 1999-05-12  
Inventor(s): WADA SHUNICHI (JP); AWA HIROHISA (JP); OHTAGAKI SHIGEKI (JP)  
Applicant(s): MITSUBISHI ELECTRIC CORP (JP)  
Requested Patent: ☐ DE19809511  
Application Number: DE19981009511 19980305  
Priority Number(s): JP19970291968 19971024  
IPC Classification: B62D5/04; H02H7/085  
EC Classification: B62D5/04  
Equivalents: JP11124048, JP3364135B2

**Abstract**

The electrical steering servo device has a steering torque determination device (1) for establishing a steering torque. A motor (2) generates a steering servo force and an arithmetic device (3) outputs a motor drive signal in reaction to the output signal of the torque determination device. There is a motor drive direction limiting device (5) for the motor drive direction in reaction to the output signal of the torque determination device. A logic circuit (6) accepts a logical value of the motor drive direction which is established by the arithmetic device and the motor drive direction which is limited by the limiting device, and to output a signal to lock the motor drive in a direction which is limited by the limiting device. A motor drive device (7) drives the motor in reaction to the output signal of the logic circuit and a motor current determination device (4) determines the current flowing through the motor. The drive direction limiting device handles the motor current established by the determination device with a filter which has a charge time constant and a discharge time constant that differ from one another. A drive direction limiting range is variable in reaction to the motor current value after the filter process.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

**19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**

**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

**Offenlegungsschrift**  
**DE 198 09 511 A 1**

Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**B 62 D 5/04**  
H 02 H 7/085

21 Aktenzeichen: 198 09 511.2  
 22 Anmeldetag: 5. 3. 98  
 43 Offenlegungstag: 12. 5. 99

(30) Unionspriorität:  
 9-291968                                      24. 10. 97    JP

(71) Anmelder:  
 Mitsubishi Denki K.K., Tokio/Tokyo, JP

(74) Vertreter:  
 HOFFMANN - EITLE, 81925 München

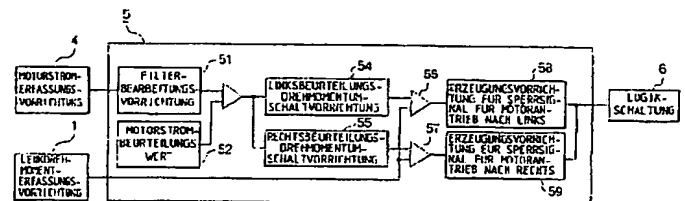
**(72) Erfinder:**  
Awa, Hirohisa, Kobe, Hyogo, JP; Ohtagaki, Shigeki,  
Tokio/Tokyo, JP; Wada, Shunichi, Tokio/Tokyo, JP

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

**Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt**

### ⑤④ Elektrisches Servolenkungssystem

(57) Eine Motorantriebsbegrenzungsvorrichtung führt den Vorgang der Filterung des Motorstroms durch, der von einer Motorstromerfassungsvorrichtung festgestellt wird, mit einem Filter, welches eine Ladungszeitkonstante und eine Entladungszeitkonstante aufweist, die voneinander verschieden sind, und ein Motorantriebsrichtungsbegrenzungsbereich ist variabel, in Reaktion auf den Motorstromwert nach dem Filtervorgang. Es wird beispielsweise die Ladezeitkonstante der Filterbearbeitungsvorrichtung (51) der Motorantriebsbegrenzungsvorrichtung (5) während der schrittweisen Erhöhung des Motorstroms verkürzt, und die Entladezeitkonstante während der schrittweisen Verringerung des Motorstroms verlängert, so daß die Motorantriebsrichtungs Grenze in der Nähe der Neutralposition des Lenkdrehmoments verlängert werden kann, damit im Falle einer Störung die Motorantriebsrichtung sofort begrenzt werden kann.



**DE 198 09 511 A 1**

**DE 198 09 511 A 1**

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Steuereinrichtung, die mit einer Motorantriebsrichtungsbegrenzungsvorrichtung zur Begrenzung der Antriebsrichtung eines Motors versehen ist, und betrifft insbesondere ein elektrisches Servolenksystem zur Unterstützung eines Lenkvorgangs.

Beispielsweise in der japanischen offengelegten Patentanmeldung Nr. Hei 81337768 ist eine konventionelle Einrichtung beschrieben, die dazu dient, die Drehung eines Motors in einer unerwarteten Richtung infolge einer Störung eines Mikrocomputers oder dergleichen in einer Steuerung einer elektrischen Servolenkung zur Unterstützung des Lenkvorgangs zu verhindern.

Die Steuerung weist einen Mikrocomputer zur Ausgabe eines Motorreibersignals auf der Grundlage eines Ausgangswertes oder Ausgangssignals einer Lenkdrehmomenterfassungsvorrichtung auf, eine Motorantriebsrichtungsbegrenzungsvorrichtung zur Ausgabe eines Grenzsymbols für eine Motorantriebsrichtung auf der Grundlage eines Motorstroms, der von der Motorstromerfassungsvorrichtung erfaßt wird, und eines Ausgangswertes oder Ausgangssignals der Lenkdrehmomenterfassungsvorrichtung, sowie eine Motortreibervorrichtung. In der Motortreibervorrichtung wird ein Logikidentifizierungswert dem Ausgangswert des Mikrocomputers und dem Ausgangswert der Motorantriebsbegrenzungsvorrichtung entnommen, um so den Antrieb des Motors entweder zu verhindern oder zuzulassen.

Fig. 7 zeigt als Blockschaltbild den Aufbau einer autonomen Motor eigendrehungsverhinderungsvorrichtung in der herkömmlichen elektrischen Lenkservosteuerung, die beispielsweise in der japanischen offengelegten Patentanmeldung Nr. Hei 8-133776 beschrieben ist. In Fig. 7 ist mit dem Bezugszeichen 1 eine Lenkdrehmomenterfassungsvorrichtung zur Feststellung eines Lenkdrehmoments bezeichnet, welches auf ein Lenksystem einwirkt, mit 2 ein Motor zur Unterstützung des Lenkvorgangs, mit 3 eine Arithmetikvorrichtung zur Ausgabe eines Antriebssignals eines Motors 2 an eine Motorstromerfassungsvorrichtung 4 und eine Logikschaltung 6, die nachstehend noch genauer erläutert wird, in Reaktion auf das Lenkdrehmoment, welches von einer Lenkdrehmomenterfassungsvorrichtung festgestellt wird, mit dem Bezugszeichen 4 die Motorstromerfassungsvorrichtung zur Feststellung eines Stroms, der durch den Motor 2 fließt, unter Verwendung einer Sample-and-Hold-Schaltung (nicht dargestellt), die synchron zu einem Signal der voranstehend geschilderten Arithmetikvorrichtung 3 arbeitet, mit dem Bezugszeichen 5 eine Motorantriebsrichtungsbegrenzungsvorrichtung zur Ausgabe eines Motorantriebsverhinderungssignals an eine später noch genauer erläuterte Logikschaltung 6 entsprechend dem Motorstrom, der von der Motorstromerfassungsvorrichtung 4 erfaßt wird, und dem Lenkdrehmoment, welches von der Lenkdrehmomenterfassungsvorrichtung 1 erfaßt wird, mit dem Bezugszeichen 6 eine Logikschaltung zur Ausgabe eines Ergebnisses einer logischen Berechnung der Signale von der Motorantriebsrichtungsbegrenzungsvorrichtung 5 und der Arithmetikvorrichtung 3 an eine nachstehend noch genauer erläuterte Motortreiberschaltung 7 als ein Antriebsbefehlssignal, und mit dem Bezugszeichen 7 eine Motortreibervorrichtung zum Betreiben des Motors 2 auf der Grundlage des Antriebsbefehlssignals, welches von der Logikschaltung 6 ausgegeben wird.

In den Fig. 8, 9A und 9B ist der Betrieb der herkömmlichen Motorantriebsbegrenzungsvorrichtung 5 dargestellt. Fig. 8 zeigt die Beziehung zwischen dem Motorstromwert, der von der Motorstromerfassungsvorrichtung 4 festgesetzt wird, und einem Lenkdrehmomentbeurteilungswert, der

nachstehend noch genauer erläutert wird. Wenn in Fig. 8 der Motorstrom kleiner oder gleich einem vorbestimmten Pegel 8 ist, beträgt der Drehmomentbeurteilungswert T1, und wenn der Motorstrom größer oder gleich einem vorbestimmten Pegel B ist, beträgt er T2. Der Pegel B ist größer als der Pegel A. Der Lenkdrehmomentbeurteilungswert T1 ist größer als der Lenkdrehmomentbeurteilungswert T2. Allerdings ist die Polarität des Lenkdrehmomentbeurteilungswertes T1 entgegengesetzt zur Polarität des Lenkdrehmomentbeurteilungswertes T2. Wie in der Figur gezeigt weisen die Lenkdrehmomentbeurteilungswerte eine Hysterese auf.

Die Fig. 9A und 9B zeigen den Lenkdrehmomentwert, die Motorantriebsrichtung, die durch die Motorantriebsrichtungsbegrenzungsvorrichtung 5 begrenzt wird, und den Soll-Motorstromwert, der durch den Lenkdrehmomentwert festgelegt wird. Fig. 9A zeigt die Beziehung zwischen dem Lenkdrehmoment und der Motorantriebsrichtung in einem Fall, in welchem der Lenkdrehmomentbeurteilungswert T1 aus dem Motorstromwert ausgewählt wird. Wenn das Lenkdrehmoment kleiner als der Beurteilungswert T1 ist, ist eine Motorantriebsrichtung in Richtung nach rechts und nach links zulässig. Wenn jedoch das Lenkdrehmoment dem Beurteilungswert T2 entspricht, ist wie voranstehend geschildert der Motorstromwert kleiner oder gleich dem Pegel A von Fig. 8.

Fig. 9B zeigt die Beziehung zwischen der Motorantriebsrichtung und dem Lenkdrehmoment in jenem Fall, in welchem der Lenkdrehmomentbeurteilungswert T2 auf der Grundlage des Motorstromwertes ausgewählt wird. Wenn das Lenkdrehmoment kleiner oder gleich dem Lenkdrehmomentbeurteilungswert T2 ist, ist die Motorantriebsrichtung in Richtung nach rechts und links gesperrt. Wenn jedoch der Lenkdrehmomentbeurteilungswert T1 ist, so ist wie voranstehend beschrieben der Motorstromwert größer oder gleich dem Pegel B. Die Unterstützungskraft infolge des Motors 2 ist groß, jedoch wird der Antrieb des Motors nur in jene Richtung zugelassen, in welcher das Lenkdrehmoment und die Motorantriebsrichtung miteinander übereinstimmen. Daher tritt keine Eigendrehung des Motors auf. Da das Lenkdrehmoment im Gleichgewicht in der Nähe einer neutralen Position in jenem Fall ist, wenn die Hände des Fahrers das Lenkrad freigeben, oder in einem ähnlichen Fall, ist der Motorantrieb sowohl in Richtung nach rechts als auch nach links gesperrt, und es besteht keine Befürchtung, daß beispielsweise eine Eigendrehung des Motors auftritt.

Die Motorstromerfassungsvorrichtung 4 ist mit der (nicht dargestellten) Sample-and-Hold-Schaltung versehen, die synchron mit dem Signal von der Arithmetikvorrichtung 3 arbeitet. Diese Sample-and-Hold-Schaltung wird zur Erfassung des Motorstroms mit hoher Genauigkeit verwendet. Fig. 10 zeigt ein Beispiel für die Beziehung zwischen der Motorausgangsleistung und dem Motorstromerfassungswert. Die durchgezogene Linie der Motorstromsignalform ist eine gemessene Stromsignalform in jenem Fall, in welchem die Sample-and-Hold-Schaltung vorgesehen ist, und die gestrichelte Linie ist eine Signalform in einem Fall, in welchem die Sample-and-Hold-Schaltung nicht vorgesehen ist.

Wie aus Fig. 10 hervorgeht, ist in jenem Fall, in welchem die Sample-and-Hold-Schaltung nicht vorgesehen ist, ein schneller Abfall des Stroms beim Ausschalten des Motors zu beobachten, und wird der gemessene Stromwert als ein Pegel erfaßt, der niedriger ist als jener des tatsächlichen Stroms. Der Motorstromerfassungswert, wenn der Motor eingeschaltet wird, wird daher durch die Sample-and-Hold-Schaltung während des Ausschaltzeitraums des Motors durch die Sample-and-Hold-Schaltung festgehalten. Der festgehaltene und gemessene Strom sinkt mit einer ähnlichen Abfallzeitkonstante ab wie der tatsächliche Strom, so

daß hierdurch der Unterschied zwischen dem tatsächlichen Strom und dem gemessenen Strom verringert wird.

Da bei einem derartigen System die Lenkdrehmomentbeurteilungswerte T1 und T2 entsprechend dem Motorstrom umgeschaltet werden, wird zum Ausschalten von Rauschen, welches eine falsche Beurteilung ergibt, von dem Motorstrom ein Filtervorgang mit dem Motorstrom durchgeführt. Wie voranstehend geschildert wird jedoch der Lenkdrehmomentbeurteilungswert entsprechend dem Motorstromwert eingestellt, und wenn die Filterkonstante auf einen hohen Wert eingestellt ist, wird der Anstieg des Motorstromwertes durch das Filter verzögert, und erfordert es einen beträchtlichen Zeitraum, die Lenkdrehmomentbeurteilungswerte umzuschalten. Dann fließt ein unerwarteter Strom während des Umschaltens der Lenkdrehmomentwerte, und besteht die Möglichkeit, daß sich der Motor von selbst drehen würde. Wird dagegen die Filterkonstante auf einen zu niedrigen Wert eingestellt, wird der Filtereffekt verringert, so daß eine Fehlfunktion der Motorantriebssteuerung infolge von Rauschen oder dergleichen auftreten könnte.

In Bezug auf die in Fig. 8 gezeigten Motorstromwerte A und B wird die Motorantriebsrichtung unerwartet begrenzt, was die Steuerbarkeit beeinträchtigt, abhängig von den eingestellten Pegelwerten. Wenn beispielsweise der Motor in einer Richtung entgegengesetzt der Lenkdrehmomenterzeugungsrichtung angetrieben und gesteuert werden sollte, wird der Motorantrieb durch die Motorantriebsrichtungsbegrenzungsvorrichtung 5 gesperrt, so daß die Steuerung verhindert wird.

Da der Antrieb des Motors in der Sperrichtung durch die Motorantriebsrichtungsbegrenzungsvorrichtung 5 verhindert wird, ist in der Motorstromerfassungsschaltung 4 der Abtastzeitpunkt der Sample-and-Hold-Schaltung in der Motorstromerfassungsvorrichtung 4, die synchron mit der Arithmetikvorrichtung 3 wie beispielsweise einem Mikrocomputer und dergleichen arbeiten sollte, nicht synchron, so daß die Meßgenauigkeit für die Motorstromwerte beeinträchtigt wird.

Angesichts der voranstehend geschilderten Schwierigkeiten besteht ein Ziel der vorliegenden Erfindung in der Bereitstellung einer elektrischen Lenkservoeinrichtung, in welcher der Motorstrom, der von einer Motorstromerfassungsvorrichtung festgestellt wird, durch ein Filter bearbeitet wird, welches eine andere Zeitkonstante als eine Ladezeitkonstante aufweist, so daß ein Motorantriebsrichtungsbegrenzungsbereich in Reaktion auf den Motorstromwert nach dem Filtervorgang variabel ist.

Gemäß der Erfindung weist eine elektrische Lenkservoeinrichtung auf: eine Lenkdrehmomenterfassungsvorrichtung zur Feststellung eines Lenkdrehmoments; einen Motor zur Erzeugung einer Lenkservokraft; eine Arithmetikvorrichtung zur Ausgabe eines Motorantriebssignals in Reaktion auf ein Ausgangssignal der Lenkdrehmomenterfassungsvorrichtung; eine Motorantriebsrichtungsbegrenzungsvorrichtung zur Begrenzung der Motorantriebsrichtung in Reaktion auf das Ausgangssignal der Lenkdrehmomenterfassungsvorrichtung; eine Logikschaltung zur Erzeugung eines Logikwertes der Motorantriebsrichtung, die von der Arithmetikvorrichtung ermittelt wird, und der Motorantriebsrichtung, die von der Motorantriebsrichtungsbegrenzungsvorrichtung begrenzt wird, und zur Ausgabe eines Signals zum Sperren des Antriebs des Motors in einer Richtung, die durch die Motorantriebsrichtungsbegrenzungsvorrichtung begrenzt wird; eine Motorantriebsvorrichtung zum Antrieb des Motors in Reaktion auf das Ausgangssignal der Logikschaltung; und eine Motorstromerfassungsvorrichtung zur Feststellung des in den Motor fließenden Stroms, und zeichnet sich dadurch aus, daß die Motorantriebsrich-

tungsbegrenzungsvorrichtung einen Filtervorgang bei dem Motorstrom, der von der Motorstromerfassungsvorrichtung festgestellt wird, mit einem Filter durchführt, welches eine Ladezeitkonstante und eine Entladungszeitkonstante hat, die voneinander verschieden sind, und daß ein Motorantriebsrichtungsbegrenzungsbereich in Reaktion auf den Motorstromwert nach dem Filtervorgang variabel ist. Daher ist es möglich, sofort einen Zustand zur Begrenzung der Motorantriebsrichtung während einer Störung des Mikrocomputerausgangssignals oder -ausgangswertes sicherzustellen, und ist es gleichzeitig möglich, die Freiheit in Bezug auf die Zeit zu erhöhen, die für die Motorstrombeurteilung erforderlich ist, da die Motorstrombeurteilungszeiträume bei einer schrittweisen Erhöhung bzw. schrittweisen Verringerung des Motorstroms unterschiedlich sind.

Selbst wenn der Motorstrom einen Nachlauf zeigt, ist es darüber hinaus möglich, die Zeit für den Antrieb des Motors zu verkürzen, und den mittleren, durch den Motor fließenden Strom zu verringern. Ein gefährlicher Betriebszustand wie beispielsweise eine Eigendrehung des Motors während einer Störung des Mikrocomputerausgangssignals kann daher vermieden werden, wodurch die Verlässlichkeit der Steuerung erhöht wird.

Bei dem Filtervorgang der Motorantriebsrichtungsbegrenzungsvorrichtung ist die Ladezeitkonstante kleiner als die Entladungszeitkonstante. Daher kann sofort ein Zustand zur Begrenzung der Motorantriebsrichtung während einer Störung des Mikrocomputerausgangssignals sichergestellt werden. Da der Motorantrieb nicht möglich ist, es sei denn, die Motorantriebsrichtung und die Lenkdrehmomentrichtung stimmen miteinander überein, wird die Sicherheit der Steuerung verbessert.

Da die Ladezeitkonstante kleiner als die Entladungszeitkonstante ist, ist es möglich, schnell den Antriebssperrzustand für die Motorantriebsrichtungen nach rechts und links in der Nähe der Neutralposition des Drehmoments nach einer schrittweisen Erhöhung des Stroms sicherzustellen, und wird die Motorantriebsrichtung durch das Lenkdrehmoment begrenzt. Der Motorantrieb ist nur in der Richtung der Erzeugung des Lenkdrehmoments möglich. Bei einer schrittweisen Verringerung des Stroms erfolgt eine langsame Rückkehr in die Ausgangslage. Es ist möglich, den freigeschalteten Zustand des Antriebs in der rechten und linken Antriebsrichtung des Motors in der Neutralposition des Drehmoments sicherzustellen. Die Motorantriebsrichtung wird nicht durch das Lenkdrehmoment begrenzt, so daß die Steuerbarkeit des Motorantriebs verbessert wird.

Die Motorantriebsrichtungsbegrenzungsvorrichtung weist eine Hysterese auf, um den Motorantrieb in der Nähe der Neutralposition des Lenkdrehmoments, welches von der Lenkdrehmomenterfassungsvorrichtung festgestellt wird, zu sperren, wenn ein Wert, nachdem mit dem Motorstrom der Filtervorgang durchgeführt wurde, wobei der Motorstrom von der Motorstromerfassungsvorrichtung festgestellt wird, größer oder gleich einem ersten Beurteilungspegel ist, und den Motorantrieb in der Nähe der Neutralposition des Lenkdrehmoments zuzulassen, wenn der Wert kleiner oder gleich einem zweiten Beurteilungspegel ist, der niedriger ist als der erste Beurteilungspegel, und der erste Beurteilungspegel größer als ein Motorstrommaximalwert ist, der in einer Richtung entgegengesetzt zum Lenkdrehmoment ausgegeben wird, welches von der Lenkdrehmomenterfassungsvorrichtung durch die Arithmetikvorrichtung festgestellt wird. Nach der Steuerung in einen Fall, in welchem der Motor in der Richtung entgegengesetzt zur Lenkdrehmomenterzeugungsrichtung betrieben wird, wird daher der Antrieb des Motors nicht durch die Motorantriebsrichtungsbegrenzungsvorrichtung verhindert. Daher ist es möglich, den ne-

gativen Effekt auszuschalten, der sich in Bezug auf das Lenkgefühl ergibt, beispielsweise ein Nachlaufen des Lenkrades. Daher kann ein zufriedenstellendes Lenkgefühl zur Verfügung gestellt werden.

Der Mittelwert des Stroms, der durch den Motor fließt, wenn der Antrieb des Motors durch die Motorantriebsrichtungsbegrenzungsvorrichtung bei dem zweiten Beurteilungspegel begrenzt wird, ist nicht größer als ein vorbestimmter Wert einschließlich eines Verlustdrehmoments des Motors. Daher kann eine Eigendrehung des Motors verhindert werden, die durch einen Nachlauf des Motorstroms hervorgerufen wird, infolge einer Störung des Mikrocomputerausgangssignals oder dergleichen, und kann daher die Sicherheit des Systems erhöht werden.

Die Arithmetikvorrichtung begrenzt einen Motorstrombefehlswert, wenn der Motor in der Richtung entgegengesetzt zum Lenkdrehmoment angetrieben wird, welches von der Lenkdrehmomentenerfassungsvorrichtung festgestellt wird, auf einen Wert, der nicht größer ist als der erste Beurteilungspegel. Selbst wenn nach der Steuerung der Motor in der Richtung entgegengesetzt zur Lenkdrehmomentenerzeugungsrichtung angetrieben wird, wird der Motorantrieb nicht durch die Motorantriebsrichtungsbegrenzungsvorrichtung verhindert, und ist es möglich, ein zufriedenstellendes Lenkgefühl zu erzielen.

Die Motorstromerfassungsvorrichtung weist eine erste Sample-and-Hold-Schaltung zum Festhalten eines Strommeßwertes in Reaktion auf den Motorantriebszeitpunkt auf, sowie eine zweite Sample-and-Hold-Schaltung zum Festhalten eines Strommeßwertes in Reaktion auf den Zeitpunkt der Sperrung des Motorantriebs durch die Motorantriebsrichtungsbegrenzungsvorrichtung. Es besteht keine Gefahr, daß die Meßgenauigkeit des Motorstromwertes beeinträchtigt wird, wenn der Antrieb des Motors durch die Motorantriebsrichtungsbegrenzungsvorrichtung gesperrt wird. Daher kann die Beurteilung der Toleranz der Neutralstellung der Motorantriebsrichtung entsprechend einem geeigneten Wert durchgeführt werden.

Die Erfindung wird nachstehend anhand zeichnerisch dargestellter Ausführungsbeispiele näher erläutert, aus welchen weitere Vorteile und Merkmale hervorgehen. Es zeigt:

Fig. 1 den Aufbau einer Motorantriebsrichtungsbegrenzungsvorrichtung gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 2 den Aufbau einer Filterbearbeitungsvorrichtung der Motorantriebsrichtungsbegrenzungsvorrichtung;

Fig. 3 den Aufbau einer Arithmetikvorrichtung gemäß der Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 4 ein Flußdiagramm zur Erläuterung des Betriebsablaufes der Arithmetikvorrichtung;

Fig. 5 eine Darstellung des Betriebs der Motorstromerfassungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Ausführungsform;

Fig. 6 eine Darstellung des Betriebs der Sample-and-Hold-Schaltung bei einer herkömmlichen Einrichtung;

Fig. 7 den Aufbau einer herkömmlichen elektrischen Lenkservoereinrichtung;

Fig. 8 eine Darstellung der Beziehung zwischen einem Lenkdrehmomentwert und einem Motorstromsollwert;

Fig. 9A und 9B die Beziehung zwischen dem Lenkdrehmomentwert und dem linken und rechten Motorstrom; und

Fig. 10 die Beziehung zwischen der Motorausgangsleistung und dem Motorstrommeßwert.

#### AUSFÜHRUNGSFORM 1

Unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen wird nachstehend eine erste Ausführungsform der Erfindung

beschrieben. In den Zeichnungen werden dieselben Bezugszeichen wie in Fig. 7 zur Bezeichnung gleicher Teile oder Bauteile verwendet, und erfolgt insoweit nicht unbedingt eine erneute Beschreibung. Fig. 1 zeigt als Blockschaltbild den Aufbau einer Motorantriebsrichtungsbegrenzungsvorrichtung 5A in einer elektrischen Lenkservoereinrichtung gemäß der ersten Ausführungsform.

Die Motorantriebsrichtungsbegrenzungsvorrichtung 5A weist eine Filterverarbeitungsvorrichtung 51 zur Durchführung eines Filtervorgangs bei einem Ausgangssignal der Motorstromerfassungsvorrichtung 4 auf, einen ersten Komparator 53 zum Vergleichen eines Motorstrombeurteilungswertes 52, der von einer (nicht dargestellten) Beurteilungswerteinstellvorrichtung eingestellt wird, mit einem Wert, der gefiltert wurde, eine linke Beurteilungsdrehmomentschaltvorrichtung 54 zum Umschalten linker Drehmomentbeurteilungspegel durch den Ausgangswert des ersten Komparators 53, eine rechte Beurteilungsdrehmomentschaltvorrichtung 55 zum Umschalten rechter Drehmomentbeurteilungspegel, einen zweiten Komparator 56 zum Vergleichen des linken Beurteilungsdrehmoments, welches von der linken Beurteilungsdrehmomentschaltvorrichtung 54 umgeschaltet wurde, mit dem Lenkdrehmoment, einen dritten Komparator 57 zum Vergleichen des rechten Beurteilungsdrehmoments, welches von der rechten Beurteilungsdrehmomentschaltvorrichtung 55 umgeschaltet wurde, mit dem Lenkdrehmoment, eine Motorlinksantriebssperrsignalerzeugungsvorrichtung 58 zur Ausgabe eines Signals, welches dazu dient, den Antrieb des Motors in Richtung nach links zu sperren, in Reaktion auf das Ausgangssignal des zweiten Komparators 56, und eine Motorrechtsantriebssperrsignalerzeugungsvorrichtung 59 zur Ausgabe eines Signals, welches dazu dient, den Antrieb des Motors in Richtung nach rechts zu sperren, in Reaktion auf das Ausgangssignal des dritten Komparators 57.

Der Motorstrombeurteilungswert 52 entspricht beispielsweise den Werten des Pegels A und des Pegels B, die in Fig. 8 gezeigt sind. Die Drehmomentwerte, welche durch die linke Beurteilungsdrehmomentschaltvorrichtung 54 und die rechte Beurteilungsdrehmomentschaltvorrichtung 55 umgeschaltet werden, sind die Werte beispielsweise der Lenkdrehmomentbeurteilungswerte T1 und T2, die in Fig. 8 gezeigt sind.

Fig. 2 ist ein Schaltbild der Filterbearbeitungsvorrichtung 51. In Fig. 2 wird der gemessene Strom zur Aufladung eines Kondensators C1 über einen Widerstand R1 und eine Diode D1 verwendet. Die elektrische Ladung, mit welcher der Kondensator C1 aufgeladen wurde, wird über einen Widerstand R2, eine Diode D2 und einen Widerstand R3 entladen. Fig. 2 zeigt einfach ein typisches Beispiel für eine erste Schaltung. Es ist möglich, jede der Dioden D1 und D2 wegzulassen. Die Zeitkonstanten für das Aufladen bzw. Entladen des Filters werden durch die Widerstände R1, R2 und R3 und durch den Kondensator C1 festgelegt.

Als nächstes wird der Betrieb bei der ersten Ausführungsform geschildert. Wenn beispielsweise die Arithmetikvorrichtung 3, etwa ein Mikrocomputer oder dergleichen, so arbeitet, daß sie nicht ordnungsgemäß steuert oder regelt, und einen maximalen Strom ausgibt, unabhängig vom Lenkdrehmoment, so daß der Motorstrom größer oder gleich einem vorbestimmten Pegel ist, beispielsweise dem in Fig. 8 dargestellten Pegel, wird die Motorantriebsrichtung durch die Motorantriebsrichtungsbegrenzungsvorrichtung 5 begrenzt. Falls die Motorantriebsrichtung nicht mit der Richtung der Erzeugung des Lenkdrehmoments übereinstimmt, wird kein Antriebssignal an den Motor 2 ausgegeben. Daher stimmt die Lenkrichtung mit der Motorantriebsrichtung überein, woraus man feststellen kann, daß keine Gefahr auf-

treten kann, da kein Motorantrieb in einer Richtung erfolgt, in welcher ein Fahrer dies nicht erwartet.

Wenn sich die Lenkrichtung von der Motorantriebsrichtung unterscheidet, wird der Antrieb des Motors gesperrt. Der Zustand ist derselbe wie der Lenkvorgang von Hand. Daraus sieht man, daß dies nicht gefährlich ist. Wenn das Lenkrad freigegeben wird, befindet sich das Lenkdrehmoment im Gleichgewicht im Neutralzustand. Daher fließt bei einem Störzustand des Mikrocomputerausgangssignals der Motorstrom. Wie jedoch aus den Fig. 8, 9A und 9B hervorgeht, fließt dann, wenn ein Strom fließt, der größer oder gleich einem konstanten Pegel ist, infolge der Sperrung des Motorantriebs in der Nähe der Neutralposition des Lenkdrehmoments, kein Motorstrom.

Dann wird der Motorstrom so verringert, daß er kleiner oder gleich dem Wert A wird, und werden die Drehmomentbeurteilungswerte erneut umgeschaltet, so daß der Antrieb des Motors möglich ist, und der Motorstrom fließen kann. Wenn in diesem Fall das Lenkrad freigegeben wird, ergibt sich ein Nachlaufen des Motorstroms, so daß ein Motorstrom, der immer einen vorbestimmten Pegel aufweist, durch den Motor 2 fließt.

Die Filterzeitkonstante der Filterbearbeitungsvorrichtung 51 in der Motorantriebsbegrenzungsvorrichtung 5 wird jedoch zwischen schrittweiser Erhöhung des Stroms und schrittweiser Verringerung des Stroms umgeschaltet, so daß der Motorstrom, der dann fließt, wenn das Lenkrad freigegeben wird, so gesteuert oder geregelt wird, daß er auf einem Pegel liegt, daß sich der Motor 2 nicht drehen kann, beispielsweise auf einem Pegel kleiner oder gleich einem Verlustdrehmoment des Motors 2, oder sonst auf einem Pegel kleiner oder gleich einem Drehmoment, welches durch Hinzuzaddieren, zum Verlustdrehmoment, des Verlustdrehmomentes eines Getriebeabschnitts (nicht gezeigt) erhalten wird, über welchen der Motor 2 mit der Lenkung verbunden ist. Eine Eigendrehung des Motors 2 wird daher unterdrückt, um die Sicherheit zu garantieren.

Es wird beispielsweise die Ladezeitkonstante ( $\tau = R1 \times C1$ ) des Filters während der schrittweisen Erhöhung des Motorstroms verkürzt, und die Entladezeitkonstante ( $\tau = R2 + R3 \times C1$ ) des Filters während der schrittweisen Verringerung des Motorstroms verlängert, so daß, die Motorantriebsrichtungsbegrenzung in der Nähe der Neutralposition des Lenkdrehmoments verlängert werden kann, damit sofort die Motorantriebsrichtung im Falle einer Störung begrenzt werden kann.

## AUSFÜHRUNGSFORM 2

Nachstehend wird unter Bezugnahme auf die beigelegten Zeichnungen eine zweite Ausführungsform der Erfindung beschrieben. In den Zeichnungen werden die gleichen Bezugszeichen wie in den Fig. 1 und 7 zur Bezeichnung gleicher Teile oder Bauteile verwendet, und erfolgt nachstehend nicht unbedingt eine erneute Beschreibung.

Fig. 3 zeigt als Blockschaltbild den Aufbau einer Arithmetikvorrichtung 3A, beispielsweise eines Mikrocomputers, in einer elektrischen Lenkservoeinrichtung gemäß der zweiten Ausführungsform.

In Fig. 3 ist mit dem Bezugszeichen 8 eine Motordrehzahlfassungsvorrichtung zur Feststellung der Drehzahl des Motors 2 bezeichnet. Die Motordrehzahlfassungsvorrichtung 8 stellt die Motordrehzahl unter Verwendung eines Drehsensors oder dergleichen fest, oder berechnet die Drehzahl aus dem Motorstromwert und der dem Motor eingeprägten Spannung oder dergleichen. Da der Motor 2 mit der Lenkung verbunden ist, kann die Drehzahl (Umdrehungen pro Minute) des Motors 2 auch durch Ermittlung der Dreh-

zahl des Lenkrades erhalten werden.

Das Bezugszeichen 31 bezeichnet eine Sollstromarithmetikvorrichtung zur Berechnung des Sollstroms auf der Grundlage des Lenkdrehmoments, welches von der Lenkdrehmomenterfassungsvorrichtung 1 festgestellt wird. Das Bezugszeichen 32 bezeichnet eine Konvergenzstromarithmetikvorrichtung zur Ermittlung des Ausmaßes des Bremsstroms, der durch den Motor 2 fließt, in Reaktion auf die Motordrehzahl, die von der Motordrehzahlfassungsvorrichtung 8 festgestellt wird. Der konvergente Strom, der in der Konvergenzstromarithmetikvorrichtung 32 festgestellt wird, ist beispielsweise ein Strom entgegengesetzt zur Richtung der normalen Lenkdrehmomenterzeugung zur Vorgabe des durch den Motor 2 fließenden Stroms, um den Zeitraum von dem Zeitpunkt, an welchem das Lenkrad gedreht wird und sich die Hände des Fahrers davon lösen, bis zu dem Zeitpunkt zu verkürzen, an welchem das Lenkrad in seine Neutralposition zurückgebracht wird.

Die Motorausgangswertarithmetikvorrichtung 34 berechnet den Motorausgangswert auf der Grundlage eines Ergebnisses, welches durch Subtraktion des Konvergenzstroms von dem Sollstrom in dem Addierer 33 erhalten wird, und gibt ihn an die Logikschaltung 6 aus. In Abhängigkeit von dem Ergebnis gibt die Logikschaltung an den Motor 2 ein Signal entgegengesetzt der Lenkdrehmomenterzeugungsrichtung aus.

Als nächstes wird unter Bezugnahme auf das in Fig. 4 dargestellte Flußdiagramm der Arithmetikverarbeitungsvorgang bei der vorliegenden Ausführungsform beschrieben. Zuerst wird ein Fall beschrieben, in welchem die Lenkdrehmomenterzeugungsrichtung nicht mit der Motorantriebsrichtung übereinstimmt. P0 bezeichnet den Beginn des Vorgangs. Zuerst wird bei P1 ein Drehmomentsignal von der Lenkdrehmomenterfassungsvorrichtung 1 eingegeben. Bei P2 wird das Motordrehzahl von einem Motordrehzahlsensor oder dergleichen eingegeben. In diesem Fall ist es möglich, hieraus die Motordrehzahl festzustellen. Bei P3 berechnet die Sollstromarithmetikvorrichtung 31 den Sollstrom, der beispielsweise die in Fig. 9 gezeigten Eigenschaften aufweist, aus dem Lenkdrehmoment. Bei P4 berechnet die Konvergenzstromarithmetikvorrichtung 32 den Konvergenzstrom aus der Motordrehzahl.

Normalerweise nimmt der Konvergenzstrom einen höheren Wert an, wenn die Motordrehzahl größer wird. Bei P5 wird der Konvergenzstrom von dem Sollstrom in dem Addierer 33 subtrahiert. Bei P6 stellt die Motorausgangswertarithmetikvorrichtung 34 fest, ob das berechnete Ergebnis positiv ist oder nicht. Bei einem positiven Ergebnis wird der Motor auf der Grundlage des Subtraktionsergebnisses in P9 gesteuert. Bei negativem Ergebnis wird bei P7 festgestellt, ob das Ergebnis der Subtraktion größer oder gleich dem negativen Grenzwert ist. Ist es größer oder gleich dem Grenzwert, so wird bei P8 das Subtraktionsergebnis durch den Grenzwert begrenzt. Ist es kleiner als der Grenzwert, so wird die Motorsteuerung unverändert in P9 durchgeführt. P10 bezeichnet das Ende des Vorgangs.

Abhängig von dem jeweiligen Vorgang gibt es daher Fälle, in welchem der Motorstrom in der Richtung entgegengesetzt zur Lenkdrehmomenterzeugungsrichtung fließt. In diesen Fällen wird, wenn die Motorantriebsrichtung durch die Motorantriebsrichtungsbegrenzungsvorrichtung 5 begrenzt wird, der für die Steuerung oder Regelung erforderliche Motorstrom abgeschnitten, und treten in nachteiliger Weise nachteilige Effekte auf, beispielsweise Stoßbeanspruchungen des Lenkrades oder dergleichen.

Daher wird, wie im Zusammenhang mit P8 beschrieben wurde, das Subtraktionsergebnis durch den Grenzwert begrenzt (abgeschnitten), und wird der Motorstrombeur-

lungspegel der Motorantriebsrichtungsbegrenzungsvorrichtung 5 so gewählt, daß er kleiner oder gleich dem Pegel A ist, der beispielsweise in Fig. 8 dargestellt ist. Weiterhin ist es möglich, den Motorstrombeurteilungspegel A der Motorantriebsrichtungsbegrenzungsvorrichtung 5A so zu wählen, daß er größer oder gleich dem Grenzwert ist, der in P8 eingestellt wurde.

Wenn der Motorstrombeurteilungspegel eingestellt wurde, wird selbst dann, wenn der Motor in der Richtung entgegengesetzt zur Lenkdrehmomenterzeugungsvorrichtung angetrieben wird, die Begrenzung der Motorantriebsrichtung durch die Motorantriebsrichtungsbegrenzungsvorrichtung 5 nicht durchgeführt. Daher gibt es kein Ruckeln oder ein ungewöhnliches Gefühl beim Lenkvorgang.

Wenn der Strom, der nach dem Zustand der Freigabe fließt, also nachdem das Lenkrad freigegeben wurde, während einer Störung eines Mikrocomputerausgangssignals, der Motorstrombeurteilungspegel der Motorantriebsrichtungsbegrenzungsvorrichtung 5 ist, beispielsweise ein Strom kleiner oder gleich einem vorbestimmten Pegel einschließlich des Verlustdrehmoments des Motors 2 oder des Verlustdrehmomentes, welches durch Zahnräder oder dergleichen hervorgerufen wird, die mit dem Motor 2 verbunden sind, innerhalb des mittleren Stroms während des Nachlaufs des Motorstroms liegt, gibt es keinen gefährlichen Betriebszustand wie beispielsweise eine Eigendrehung des Motors, wodurch man Sicherheit gewinnt.

### AUSFÜHRUNGSFORM 3

Nachstehend wird eine dritte Ausführungsform der Erfindung unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben. In diesen Zeichnungen werden die gleichen Bezugszeichen wie in den Fig. 1, 3 und 9 dazu verwendet, gleiche Teile oder Bauteile zu bezeichnen, und erfolgt insoweit nicht unbedingt eine erneute Beschreibung.

Fig. 5 zeigt als Blockschaltbild den Aufbau um die Motorstromerfassungsvorrichtung 4A gemäß der vorliegenden Ausführungsform herum. In Fig. 5 werden ein Signal von der Arithmetikvorrichtung 3 und ein Signal von der Logikschaltung 6 der Motorstromerfassungsvorrichtung 4A zugeführt. Der Betrieb der Sample-and-Hold-Schaltung in der Motorstromerfassungsvorrichtung 4A ist daher nicht nur entsprechend dem Signal von der Arithmetikvorrichtung 3 möglich, sondern auch entsprechend dem Signal, das ausgegeben wird, wenn der Antrieb des Motors durch die Motorantriebsrichtungsbegrenzungsvorrichtung 5 gesperrt wird.

Fig. 6 zeigt die Beziehung zwischen der Motorausgangsleistung, dem Motorantriebssperresignal und dem Motorstromerfassungssignal. Die gestrichelte Linie in Fig. 6 stellt eine Signalform dar, die man erhält, wenn die Sample-and-Hold-Schaltung nicht entsprechend dem Betrieb des Motorantriebssperresignals betätigt wird. Infolge der Eigenschaften des Motors 2 ist selbst dann, wenn der Antrieb des Motors gesperrt ist, der Strom des Motors 2 nicht sofort gleich Null, infolge der entgegengesetzten Spannung des Motors 2. Das bedeutet, daß die sofortige Stromabnahme, die durch die gestrichelte Linie in Fig. 6 dargestellt ist, nicht auftreten kann. Daher wird die Sample-and-Hold-Schaltung durch das Motorantriebssperresignal betätigt, so daß der gemessene Strom nahe an dem tatsächlichen Strom liegt. Die durchgezogene Linie zeigt die entsprechende Signalform. Selbst wenn der Antrieb des Motors durch die Motorantriebsrichtungsbegrenzungsvorrichtung 5 gesperrt wird, ist es daher möglich, einen Meßstrom zu erhalten, der nahe an tatsächlichen Strom liegt.

1. Elektrische Lenkservoeinrichtung, welche aufweist: eine Lenkdrehmomenterfassungsvorrichtung (1) zur Feststellung eines Lenkdrehmoments; einen Motor (2) zur Erzeugung einer Lenkservokraft; eine Arithmetikvorrichtung (3) zur Ausgabe eines Motorantriebssignals in Reaktion auf das Ausgangssignal der Lenkdrehmomenterfassungsvorrichtung (1); eine Motorantriebsrichtungsbegrenzungsvorrichtung (5) zur Begrenzung der Motorantriebsrichtung in Reaktion auf das Ausgangssignal der Lenkdrehmomenterfassungsvorrichtung (1); eine Logikschaltung (6) zur Annahme eines Logikwertes der Motorantriebsrichtung, die von der Arithmetikvorrichtung (3) festgestellt wird, und der Motorantriebsrichtung, die von der Motorantriebsrichtungsbegrenzungsvorrichtung (5) begrenzt wird, und zur Ausgabe eines Signals zum Sperren des Antriebs des Motors in einer Richtung, welche durch die Motorantriebsrichtungsbegrenzungsvorrichtung (5) begrenzt wird; eine Motorantriebsvorrichtung (7) zum Antrieb des Motors (2) in Reaktion auf das Ausgangssignal der Logikschaltung (6); und eine Motorstromerfassungsvorrichtung (4A) zur Feststellung des durch den Motor (2) fließenden Stroms; **dadurch gekennzeichnet**, daß die Motorantriebsrichtungsbegrenzungsvorrichtung (5) den von der Motorstromerfassungsvorrichtung (4A) festgestellten Motorstrom mit einem Filter behandelt, welches eine Ladezeitkonstante und eine Entladungszeitkonstante aufweist, die sich voneinander unterscheiden, und ein Motorantriebsrichtungsbegrenzungsbereich in Reaktion auf den Motorstromwert nach dem Filtrivorgang variabel ist.
2. Elektrische Lenkservoeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei dem Filtrivorgang der Motorantriebsrichtungsbegrenzungsvorrichtung (5) die Ladezeitkonstante kleiner als die Entladungszeitkonstante ist.
3. Elektrische Lenkservoeinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Motorantriebsrichtungsbegrenzungsvorrichtung (5) Hystereseeigenschaften aufweist, um den Antrieb des Motors in der Nähe der Neutralposition des Lenkdrehmoments zu sperren, welches von der Lenkdrehmomenterfassungsvorrichtung (1) festgestellt wird, wenn ein Wert des Motorstroms, der von der Motorstromerfassungsvorrichtung (4A) festgestellt wird, nach dem Filtrivorgang größer oder gleich einem ersten Beurteilungspegel ist, und den Antrieb des Motors in der Nähe der Neutralposition des Lenkdrehmoments zuzulassen, wenn der Wert kleiner oder gleich einem zweiten Beurteilungspegel ist, der niedriger ist als der erste Beurteilungspegel; und der erste Beurteilungspegel größer als ein Motorstrommaximalwert ist, der in einer Richtung entgegengesetzt zum Lenkdrehmoment ausgegeben wird, welches mit der Lenkdrehmomenterfassungsvorrichtung (1) durch die Arithmetikvorrichtung (3) festgestellt wird.
4. Elektrische Lenkservoeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Mittelwert des Stroms, der durch den Motor fließt, wenn der Antrieb des Motors durch die Motorantriebsrichtungsbegrenzungsvorrichtung (5) mit dem zweiten Beurteilungspegel begrenzt wird, nicht größer ist als ein vorbestimmter Wert einschließlich eines Verlust-

drehmoments des Motors (2).

5. Elektrische Lenkservoeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Arithmetikvorrichtung (3) einen Motorstrombefehlswert begrenzt, wenn der Motor in der Richtung entgegengesetzt zum Lenkdrehmoment angetrieben wird, welches von der Lenkdrehmomenterfassungsvorrichtung (1) erfaßt wird, und zwar auf einen Wert, der nicht größer ist als der erste Beurteilungspegel.

6. Elektrische Lenkservoeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Motorstromerfassungsvorrichtung (4A) eine erste Sample-and-Hold-Schaltung zum Festhalten eines gemessenen Stromwertes in Reaktion auf den Motorantriebszeitpunkt aufweist, sowie eine zweite Sample-and-Hold-Schaltung zum Festhalten eines gemessenen Stromwertes in Reaktion auf den Zeitpunkt des Sperrens des Motorantriebs durch die Motorantriebsrichtungsbegrenzungsvorrichtung (5).

---

Hierzu 8 Seite(n) Zeichnungen

---

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65



- Leerseite -

FIG. 1

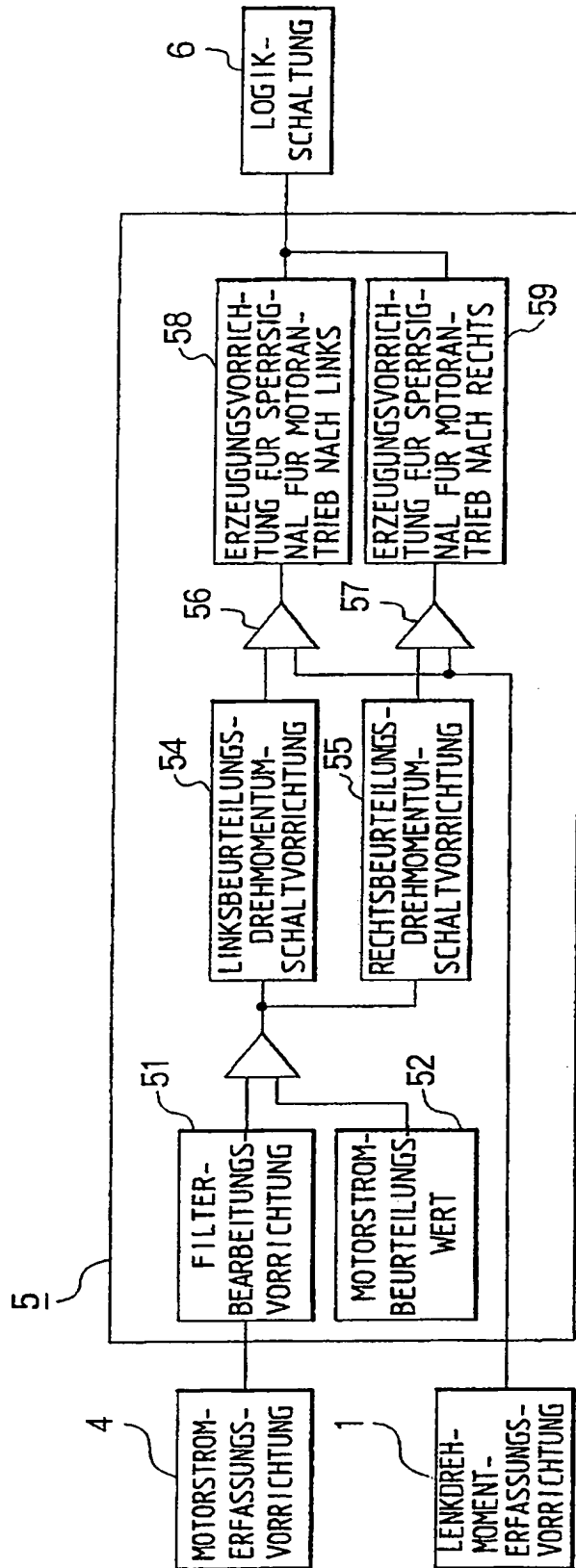


FIG. 2

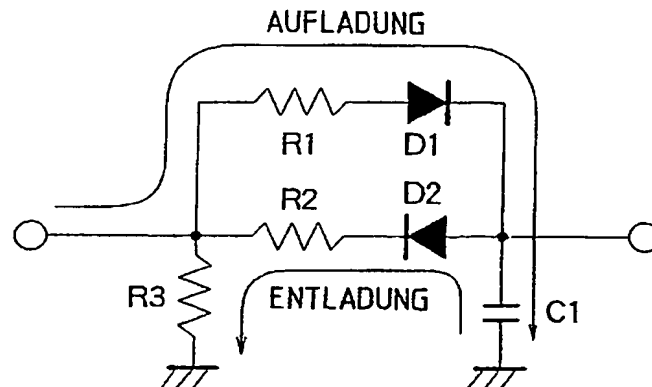


FIG. 3

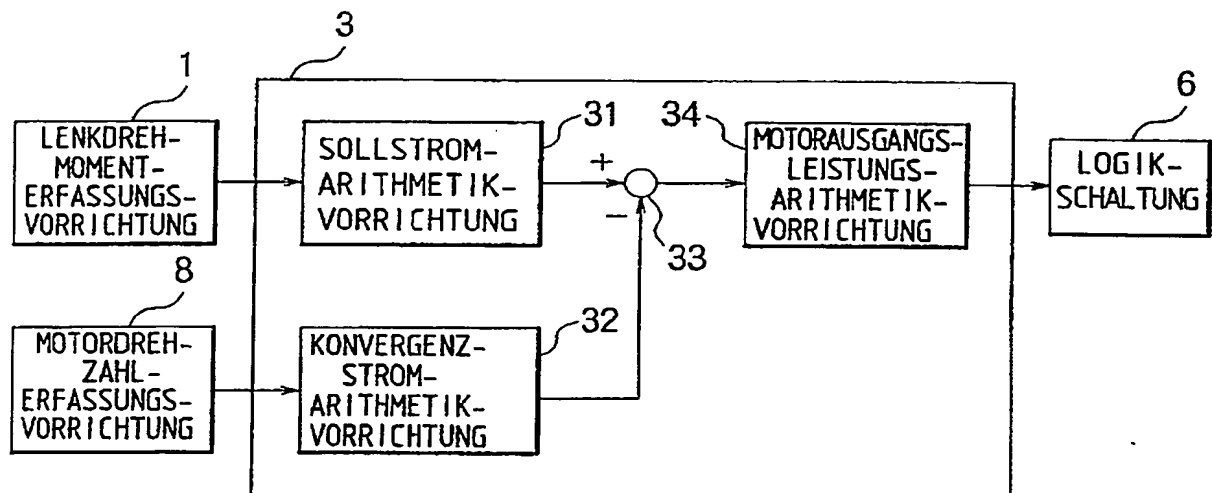
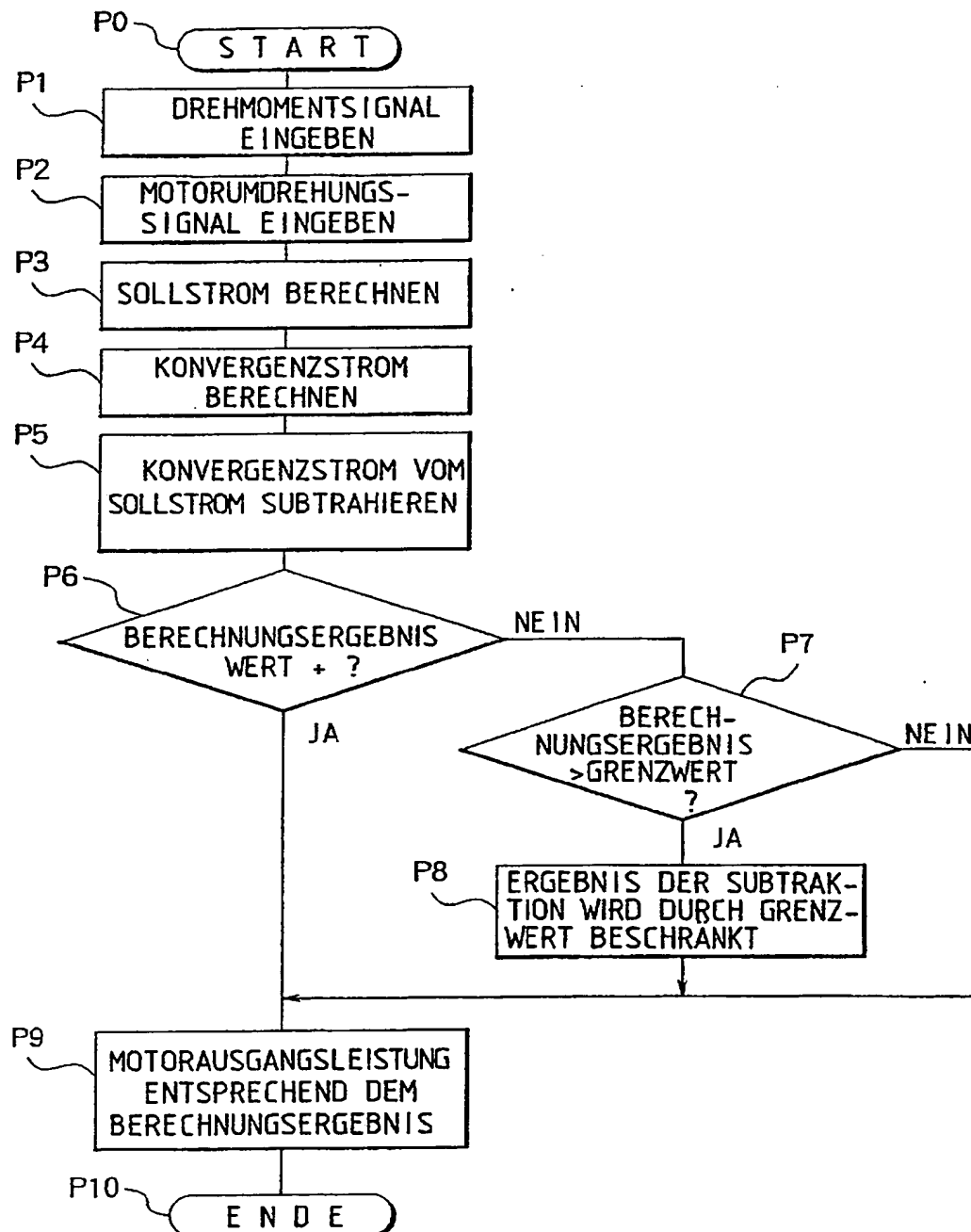


FIG. 4



**FIG. 5**

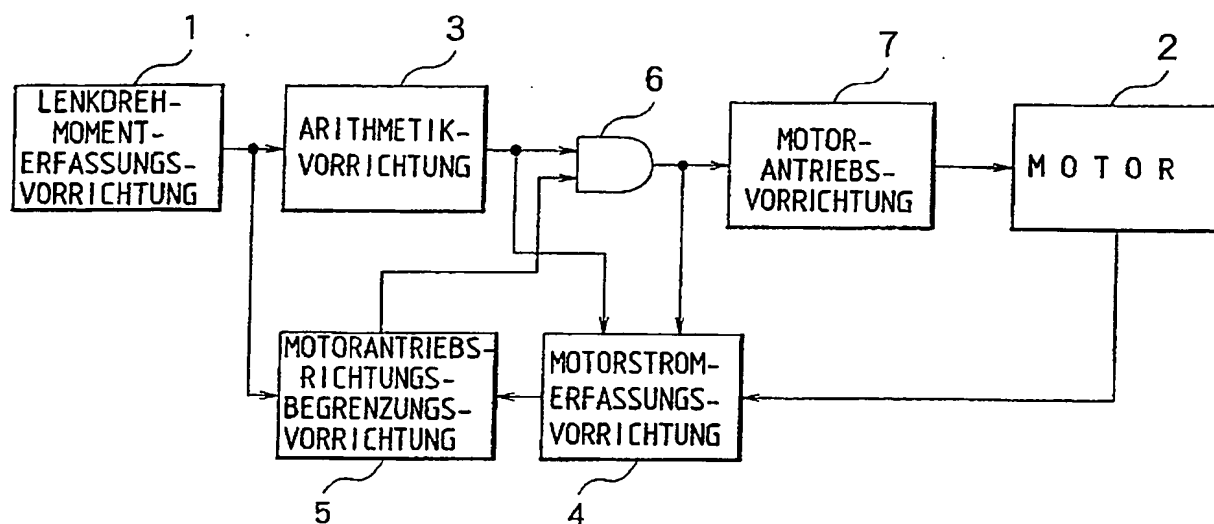


FIG. 6

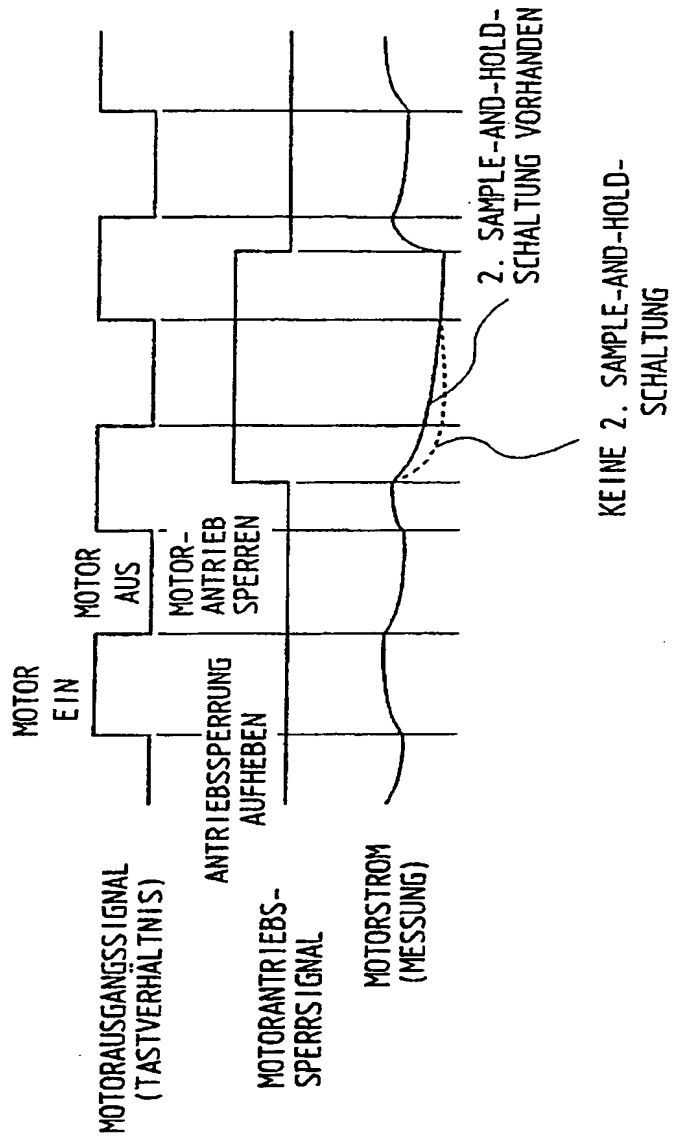


FIG. 7

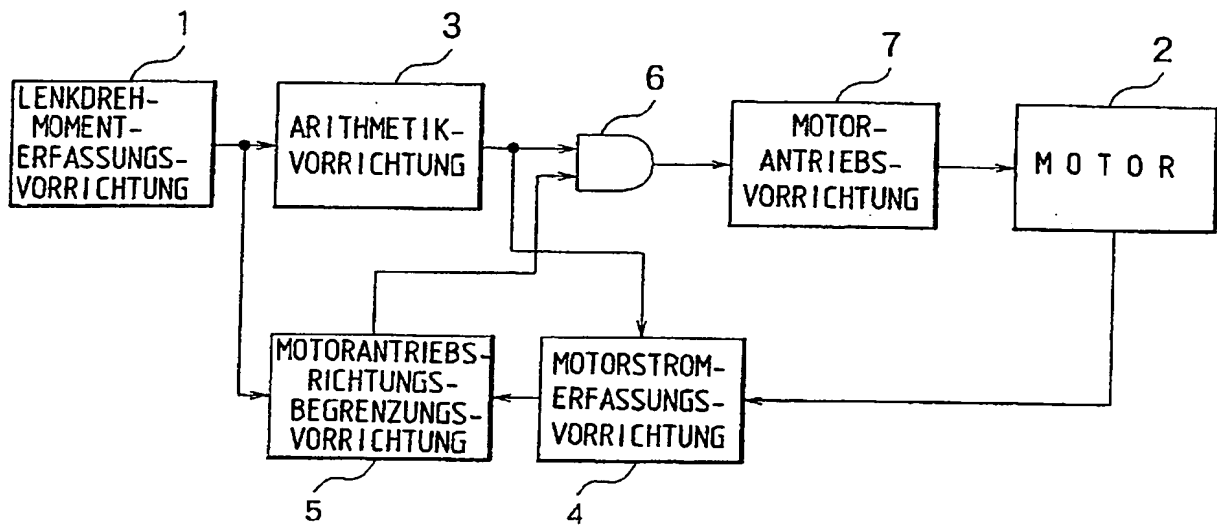


FIG. 8

LENKDREHMOMENT-  
BEURTEILUNGSWERT

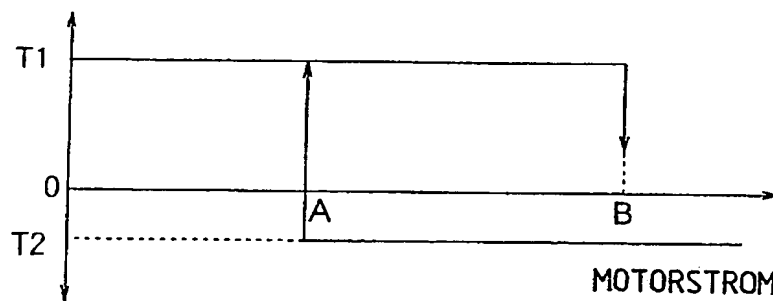


FIG. 9A

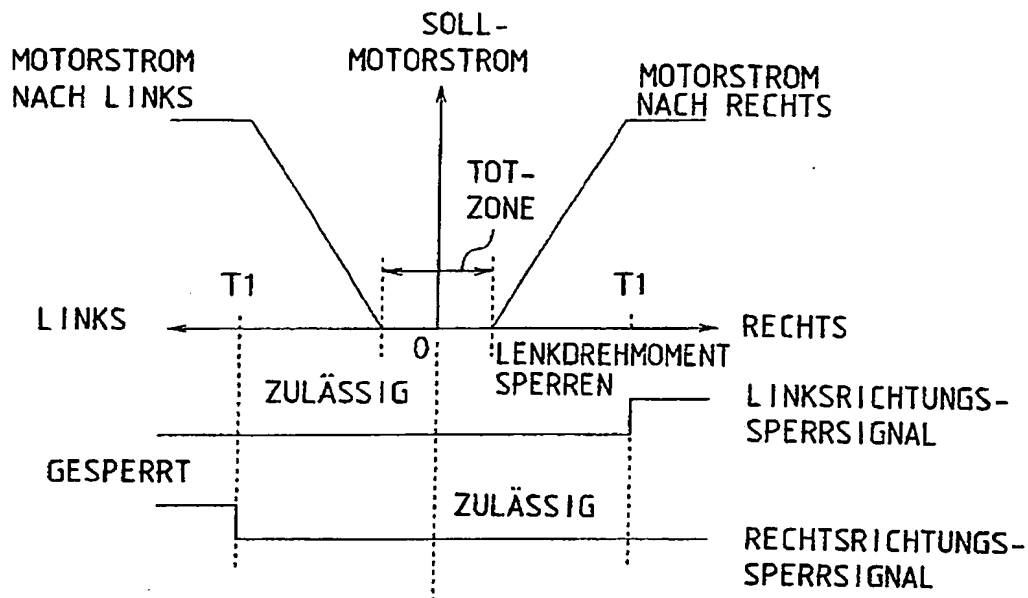


FIG. 9B

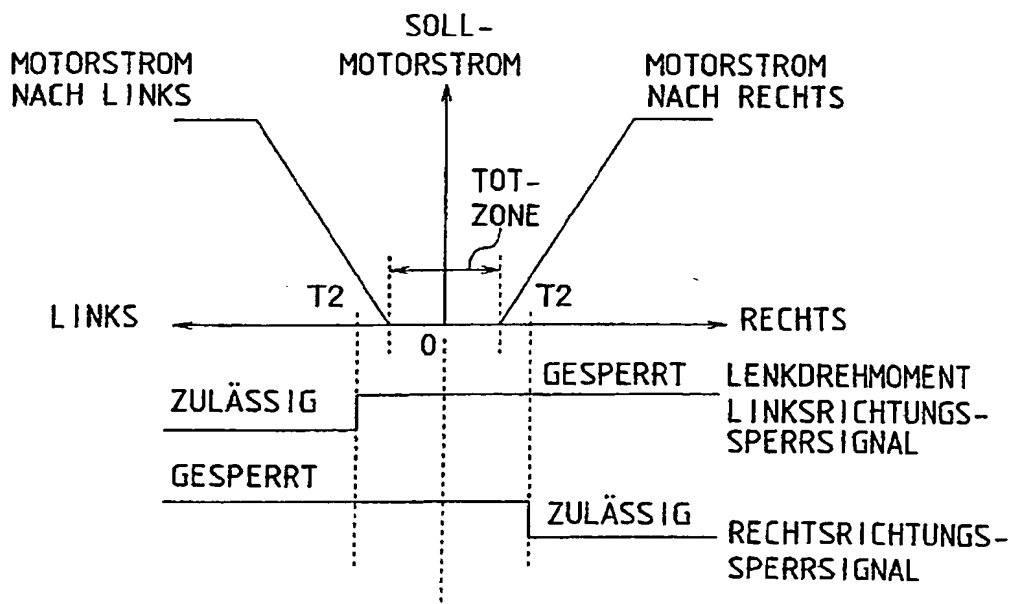




FIG. 10

